

力热实验重点预习内容和实验报告要求 (24 春卓越班适用)

实验十三 弦上驻波实验 (课堂学习实验)

重点预习内容和预习报告要求

一、重点预习:

1. 两端固定弦线达到共振和形成稳定驻波的条件;
2. 用实验方法确定共振频率与波长、张力、弦线有效长度及弦线线密度之间的关系。

二、阅读该实验的教材内容, 提交回答以下问题的预习报告:

1. 两端固定弦线达到共振和形成稳定驻波的条件是什么?
2. 实验中应如何快速调节弦线共振和形成稳定驻波?
3. 为什么探测线圈接收到的信号通常不是正弦波形?
4. 如何安排弦线线密度的测量?
5. 如何测量驻波波腹的个数?
6. 如何保证弦线张力线性变化?

实验报告要求 (课后完成)

一、数据及处理

1. 弦线线密度的测量数据及结果。
2. 对同一弦线、固定有效长度和张力, 测量共振频率与驻波波腹个数的关系, 并测定波速。记录弦线从起振到共振的实验现象, 总结判定弦线达到共振的判据。
3. 对同一弦线、固定有效长度、改变张力测量共振频率 (基频), 用最小二乘法作线性拟合处理数据。
4. 对同一弦线、固定张力、改变弦线有效长度测量共振频率 (基频), 用最小二乘法作线性拟合处理数据。
5. 固定弦线有效长度和张力、改变线密度测量共振频率 (基频), 用作图法处理数据。(选做)

二、分析与讨论

1. 分析总结本实验的主要误差来源, 重点思考系统误差的影响。
2. 分析讨论实验中可能观察到的倍频现象 (探测到的频率是驱动频率的两倍)。
3. 分析讨论小振动条件满足程度对实验结果的影响。

三、收获与感想 (*可选)

实验二十四 闪光法测定不良导体的热导率（课堂学习实验）

重点预习内容和预习报告要求

一、重点预习：

1. 测定材料热导率的方法。
2. 了解热导率的物理含义及测量中的基本问题。
3. 了解本实验方法（闪光法）的原理，所用实验仪器、装置的原理和使用注意事项，以及此方法的优点。
4. 认识本实验设计的放大电路。了解仪器及原件参数。
5. 从实测的 $T-t$ 曲线上，正确提取所需数据（ T_0 , T_M ），以及确定 t_0 的方法。
6. 对氙灯位置的调节先看“模拟聚焦”视频。

二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 简述本实验的测量原理，并从原理上思考在实验中需要保证的热学条件有哪些。
2. 列举本实验是如何从实验系统设计、样品、实验操作等方面保证这些热学条件的。
3. 从安全的角度上，思考本实验需要注意的实验事项。
4. 本实验所测量的热量和温度变化非常小，思考在实验中是如何实现这些精密测量的。
5. 本实验可否用来测量热的良导体，为什么？

实验报告要求（课后完成）

一、数据及处理

1. 对所测量的两个样品（胶布板，大理石或瓷砖）的实验曲线（进行散热修正后）分别进行以下处理：
 - （1）在每个样品所测的两条曲线上分别取 T_0 , T_M 以及 $t_{1/2}$ ，将两组数据列表，并取 $\bar{t}_{1/2}$ ；
 - （2）对样品进行密度 ρ 测量，列出原始数据表以及处理结果 ρ ；
 - （3）利用实测密度、给定的比热容、以及 $t_{1/2}$ ，计算样品材料的热导率。
2. 任取一条实测曲线（未做散热修正）与做了散热修正后的曲线，分别取 $t_{1/2}$ ，进行比较，并给出结果和说明做散热修正的必要性。
3. 任取一条实测曲线（未做散热修正），在曲线上最大温升后的线性下降部分取几个数据点用最小二乘法进行线性拟合，将拟合斜率与实验室软件给出的结果进行对比。

二、分析与讨论

误差分析，包括系统误差和偶然误差。

* 教材思考题。

* 文献调研 TDTR（时域热发射法）的原理。

三、收获与感想（*可选）

实验二十五 动态法测定良导体的热导率（课堂学习实验）

重点预习内容和预习报告要求

一、重点预习：

1. 测定材料热导率的方法（见实验二十四）。
2. 了解热导率的物理含义（见实验二十四）。
3. 了解本实验方法（热波法）的原理、特点（把热量测量转化 → 温度测量 → 时间测量 → 长度测量）。热量一维传播的实验条件及如何保证。
4. 实验中通过实测的 $T-t$ 曲线测量热波波速的方法。通过调节热源的冷水流量，获得金属棒轴线上各点的稳定的温度（随时间变化）曲线。依据测量得到的金属棒轴线上各点的稳定的温度曲线，读取曲线上各峰值和谷值对应的时间 t 。
5. 实验操作中的注意事项。

二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 简述本实验的测量原理，并从原理上思考在实验中需要保证的热学条件有哪些。
2. 列举本实验是如何从实验系统设计、样品、实验操作等方面保证这些热学条件的。
3. 列举理想实验曲线应该满足的特征，在实验中如何判断曲线满足这些要求？不符合要求的曲线会给实验结果带来什么影响？
4. 本实验可否用来测量热的不良导体，为什么？

[参考数据]

$$l_0 = 2.00 \text{ cm},$$

$$c_{Cu} = 0.385 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \rho_{Cu} = 8.92 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}, \lambda_{Cu} = 4.01 \times 10^2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1},$$

$$c_{Al} = 0.897 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \rho_{Al} = 2.70 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}, \lambda_{Al} = 2.37 \times 10^2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1},$$

实验报告要求（课后完成）

一、数据及处理

1. 打印所取的稳定的 5 “组” 实验曲线（对“组”的定义，详见教材《新编基础物理实验（第二版）》P300 第一个自然段）。
2. 从实测的 $T-t$ 曲线上任取“3 组”，其中 1 “组” 取 8 个峰值和其对应的时间 t ；另 2 “组” 各取 8 个谷值和其对应的时间 t ，将上述数据列表。
3. 对数据表中数据进行处理的要求详见实验教材 P299-300 中（1），*（2），（3），并计算热波的波速和热导率（*选做）。

二、分析与讨论

对上述几种数据处理方法进行比较，试得出结论。

误差分析，包括系统误差和偶然误差。

* 教材思考题。

* 文献调研稳态法测材料热导率和非稳态法各自的优缺点。

三、收获与感想（*可选）

实验十一 复摆实验（自主学习实验）

重点学习内容和自主学习报告要求

一、重点学习：

1. 杆状复摆的物理特性；
2. 用复摆测定重力加速度；
3. 用最小二乘法和作图法处理数据及研究问题。

二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的自主学习报告：

1. 在推导复摆周期公式过程中，引入相对重心转动惯量和回转半径的意义？
2. 什么是复摆的共轭性？本实验如何利用这一性质设计重力加速度测量？
3. 利用支撑法安装复摆有什么优点？
4. 如何设计复摆重心到悬点（支点）距离的测量？
5. 复摆振动周期的测量会有哪些可能的误差来源？
6. 给出两种本实验复摆实现周期微调的设计方案。

实测和思考（选做）

一、实验数据

1. 复摆重心位置的测量结果；
2. 复摆质量的测量结果；
3. 安装、调整复摆，给出复摆振动周期与悬点（支点）位置关系的测量数据。

二、实验数据的分析、处理和结论

（撰写形式可选择与“实验数据”合成一部分）

1. 作图并用最小二乘法作直线拟合，研究复摆振动周期与悬点（支点）位置的关系，给出重力加速度、复摆对其重心转动惯量和回转半径的测量结果；
2. 根据复摆的共轭性质，在振动周期与悬点（支点）位置关系数据中选取 3 组近似共轭点，给出重力加速度的测量结果；
3. 根据复摆的共轭性质，利用作图法，在振动周期与悬点（支点）位置关系图上选取 3 组共轭点，给出重力加速度的测量结果。
4. 处理振动周期与悬点（支点）位置关系数据获得重力加速度的三种方法（直线拟合、近似共轭点、共轭点）各自有什么优缺点？

三、思考题

1. 测定复摆的质量是否要计入刀口的质量？为什么？
2. 如何利用本实验装置测定撞击中心？
3. 尝试设计体积更小的复摆。

新开实验 三线摆实验（自主学习实验）

重点学习内容和自主学习报告要求

一、重点学习：

1. 三线摆的物理特性；
2. 利用三线摆测定刚体转动惯量的实验方法；
3. 线性回归处理数据方法在实验设计中的应用。

二、阅读该实验的试用版讲义（请在微信群内下载），**提交包含以下内容的自主学习报告**（可以小论文形式撰写，中英文均可）：

1. 利用三线摆测定刚体转动惯量的传统实验方法简述（参考文献请见试用版讲义中附件部分）。
2. 在不测量三线摆的几何参数和悬盘质量、不查询当地重力加速度、甚至不满足小摆角条件的情况下，选择系列规则工件（转动惯量可通过测量其几何尺寸和质量获得）结合配重砝码设计实验方案、利用线性回归方法进行数据处理，测定待测工件及悬盘的转动惯量。
3. 实验开始时装置应被调节到什么状态？
4. 实验安排和操作过程中需特别注意的要点。
5. 本实验所采用的方法与利用三线摆测定刚体转动惯量的传统实验方法相比有什么优点？

实测和思考（选做）

一、数据及处理

1. 规则工件转动惯量测量数据及结果；
2. 待测工件及悬盘转动惯量测量数据及结果。

二、分析与讨论

结合具体实验数据及结果进行误差分析，总结本实验主要误差来源。

三、思考题

1. 当待测物体的转动惯量远小于悬盘的转动惯量时，为什么不宜用三线摆方法进行测量？
2. 加上待测物体后的振动周期是否比悬盘的振动周期大？实验结果与理论分析是否一致？
3. 由于阻尼影响，三线摆在摆动过程中的振幅越来越小，周期是否变化？实验结果与理论分析是否一致？

普物 II（卓越）电磁学实验重点预习内容和实验报告要求 20240219

实验十八 弗兰克-赫兹实验（课堂实验，课后交报告）

重点预习：

一、弗兰克-赫兹实验为什么能验证原子能级模型；

二、如何测量微弱电流。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

预习：

1. 弗兰克-赫兹实验的主要现象是什么？该现象说明了什么物理问题？
2. 画出四栅式弗兰克-赫兹管的基本结构。各个电极起到什么作用？
3. 实验中如何做到只观察汞的第一激发态？电路和参数设置上有什么考虑？如要观察高激发态，电路和参数设置上要做什么调整？
4. 请画出微电流放大器的原理图。为什么它可以同时获得高放大倍数和小输入阻抗？

实验报告：

一、数据处理

1. 分别将 Hg 管和 Ar 管的测量结果列表，并标明测量条件。用软件作图。
2. 找出各个峰值对应的扫描电压，列表。计算 Hg 管和 Ar 管的第一激发电位及其不确定度。
3. （选做）将不同反向电压 U_{g2p} 下的测量结果列表，并作图。

二、思考题

思考题（1）（做了实验的，请结合实验数据分析、解释；如未做实验，请理论分析。）

三、分析与讨论（*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 实验中测得的各种曲线有什么主要特征？如何理解？
2. 分析测量第一激发电位时误差的主要来源；
3. 其他

四、收获与感想（*可选）

实验二十八 RLC 串联电路的暂态过程（自主学习实验）

重点学习：

- 一、RC、RL 串联电路的暂态过程；
- 二、RLC 串联电路的暂态过程；
- 三、数字存储示波器的使用。

阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的自主学习报告：

1. 什么是电路的暂态过程？
2. RC 串联电路的暂态过程中电流和电压按什么规律变化？ U_C 和 U_R 能否跃变？为什么？
3. RC 串联电路的时间常量与元件参数有何关系？实验中如何从电压的变化曲线测量时间常量？
4. RL 串联电路的暂态过程中电流和电压按什么规律变化？ U_L 和 U_R 能否跃变？为什么？RL 串联电路的时间常量与元件参数有何关系？
5. RLC 串联电路的暂态过程中 U_C 按什么规律变化？小阻尼情况下如何测量 U_C 衰减振荡的周期和时间常量？如何根据 U_C 曲线寻找临界阻尼状态？
6. 画出实验电路图，标出信号源和示波器两通道的接地位置。图 28-12 中，可否保持电路其他部分连接不变，直接让示波器 CH2 转去测量 X1 部分电路的电压波形？为什么？
7. 为什么数字存储示波器可以显示单脉冲信号？为什么普通的模拟示波器不能显示单脉冲信号？图 28-14 中通道 1 显示的脉冲信号脉冲部分的持续时间大概是多少？高低电平差值是多少？（注：屏幕下方左侧 CH1（或 CH2）之后的电压值和 M 之后的时间值分别标度屏幕上 1 大格（即 5 小格）对应的通道 1（或通道 2）电压和时间量值）图右下角的 750 mV 代表什么含义？

实测和思考（选做）

一、数据处理

1. 给出 RC 串联电路时间常量的测量结果，并与理论计算值进行比较。将不同 R 值下的 $U_C(U_R)$ 波形显示在一个示波器屏幕内，拍照后打印出来，并标明 R 值，说明波形随 R 值的变化规律。
2. 给出 RL 串联电路时间常量的测量结果，并与理论计算值进行比较。将不同 R 值下的 $U_L(U_R)$ 波形显示在一个示波器屏幕内，拍照后打印出来，并标明 R 值，说明波形随 R 值的变化规律。
3. 求出 $R=0.0\ \Omega$ 时 RLC 串联电路暂态过程中 U_C 衰减振荡的周期和时间常量，并与理论计算值进行比较。说明如何测量临界阻尼，给出结果，并与理论值比较。将不同 R 值（0、临界阻尼、2 k Ω ）下的 U_C 波形显示在一个示波器屏幕内，拍照后打印出来，并标明 R 值，说明波形随 R 值的变化规律。

二、思考题

思考题（1）。

三、分析与讨论（*可选）

讨论的内容可参考（但不限制于）以下：

1. 以 RL 串联为例，讨论时间常量的测量值和理论值的差别有哪些来源？实验中如何提高时间常量的测量精度？
2. 实验中测得的临界阻尼比理论值大还是小？为什么？
3. 其他

四、收获与感想（*可选）

实验二十九 基于虚拟仪器技术的电路综合实验（以电子版讲义为准）（课堂实验，第二次课后交报告）

讲义下载途径：tcep.pku.edu.cn>>基础物理实验>>“课程现状”栏目>>[讲义：基于虚拟仪器技术的电路综合实验\(可点击该链接\)](#)。

实验室每个实验位均提供彩色纸质版讲义。

本实验为双周实验，包括两次课。第一次课学习基本的 LabVIEW 编程，对应电子版讲义的 2-17 页内容，包括信号源与示波器、伏安法测电阻两个典型例子，要求课上完成编程。第二次课要求自行设计并完成一个电路综合实验，对应电子版讲义的 18-22 页内容，实验中可以直接使用实验室提供的已编好的测量程序。

第一次实验课前预习讲义 2-17 页，提交回答以下预习题的预习报告；课上每完成一个程序，当场请老师检查你的程序运行情况；第一次课后不交实验报告，但需要保存有关结果的截图并带走，待第二次课后一起提交（参见第二次实验课后报告要求）。第二次实验课前预习讲义 18-22 页，并自行设计实验方案，但不提交预习报告；课上当场请老师检查你的主要实验结果；课后提交实验报告。请携带 U 盘到实验室，方便拷贝数据。

第一次实验课前预习题：

- (1) 什么是虚拟仪器？如何用虚拟仪器进行测量和控制？
- (2) 画出虚拟仪器测量伏安特性的电路原理图，标出共地点。
- (3) 用 LabVIEW 编写的程序前面板上的控件图标根据输入输出特性分为哪两类？图 29-3 中的图标各属于其中的哪一类？去掉所有错误连线的快捷键是什么？请画出前面板上按动开关所用到的工具选板上的工具形状。
- (4) 简单说明图 29-6 的程序框图中各个控件的作用。
- (5) 简单说明图 29-8 程序框图中的顺序结构（边框类似电影胶片）部分的四帧分别起到什么作用。
- (6) 就测量器件伏安曲线这个实验而言，用虚拟仪器测量和用传统仪器（独立的电源和电表）测量各有什么优点？

第二次实验课后报告要求：

- (1) 将第一次课上电阻伏安曲线的测量结果截图打印，并给出测量得到的待测电阻值。
 - (2) （选做）将二极管正反向伏安曲线的测量程序框图和测量结果截图打印，并计算电流为正、负 4 mA 附近的静态电阻值。
 - (3) 给出第二次课上的主要实验过程和主要测量结果，并分析、讨论。
 - (4) （选做）你在本实验有什么收获和感想？
-

光学实验重点预习内容和实验报告要求（24 春卓越班适用）

双周实验 光信息处理（课堂学习实验）

重点预习内容和预习报告要求

一、重点预习：

1. 建立在夫琅禾费衍射现象之上的光学傅里叶变换的原理；
2. 光学傅里叶变换的频谱面及其上光场分布与衍射物结构的关系；
3. 卷积运算及卷积定理的数学形式，卷积定理在光学傅里叶变换中的应用。

二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 画图说明常见的观察夫琅禾费衍射的光路；
2. 分别画出单透镜和双透镜成像的光路图（在图中标出频谱面和像面），并简述各自的傅里叶变换原理；
3. 描述一维周期性函数的傅里叶级数展开与一维光栅的光学傅里叶变换的对应关系；
4. 试由卷积定理说明一张叠在光栅上照片的光学傅里叶变换的频谱特征。

实验报告要求（课后完成）

一、实验现象记录及数据数据处理

记录观察到的实验现象，进行相应的测量计算，并对实验结论给出相应解释。具体实验内容如下：

1. 观察并记录衍射屏上不同结构的空频谱与像的分布，分析小孔阵列（方孔方阵、方孔密排、圆孔方阵、圆孔密排）的频谱分布特征，并解释之。
2. 测量一维光栅衍射的各空间频率并求光栅的基频；在频谱面上放可调狭缝及其它附加光阑进行空间滤波，观察并记录像面特点，并解释之。
3. 观察二维光栅空频谱和像分布，在频谱面上利用小孔及不同取向的狭缝光阑进行空间滤波，观察并记录像面变化，并解释之。
4. 将光栅和“光”字叠在一起进行高低通滤波实验，观察并记录其频谱面如何分布。利用 $\phi=1\text{mm}$ 和 $\phi=0.3\text{mm}$ 的圆孔光阑进行滤波，记录像面变化，并解释之。将频谱面上光阑平移，使不在光轴上的一个衍射点通过光阑，观察并记录像面变化，并解释之。
5. 将衍射物换成“十”字孔，在频谱面上放一圆屏光阑滤去频谱中心部分，观察并记录像面变化，并解释之。
6. 用激光束分别照射 20 条/mm 和 200 条/mm 的两个正交光栅，观察各自的频谱分布并记录之。将两光栅重叠，观察并记录频谱特点。先后转动两光栅之一，观察并记录频谱面上的变化，并解释之。
7. 观察 θ 调制现象，记录相应现象并解释之。

二、分析与讨论（*可选）

三、收获与感想（*可选）

实验三十六 光源的时间相干性（课堂学习实验）

重点预习内容和预习报告要求

一、重点预习：

1. 迈克耳逊干涉仪的结构与调节方法；
2. 如何利用迈克耳逊干涉仪实现等厚干涉？
3. 如何利用迈克耳逊干涉仪实现等倾干涉？
4. 什么是光源的时间相干性？它与相干长度、相干时间关系如何？如何定量测定？

二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的预习报告：

1. 描述实现白光等厚干涉的实验调节方法和条纹特征；
2. 描述实现激光等倾干涉的实验调节方法和条纹特征；
3. 为什么不能用等倾干涉测量白光及相关的橙色和黄色光的时间相干性？
4. 为什么不能用等厚干涉测量准单色光的时间相干性？

实验报告要求（课后完成）

一、数据及处理

1. 测定几种光源（白光、白光分别经橙色玻璃和黄干涉滤光片滤光后的透射光、低压汞灯黄光）的相干长度，并求出相干时间；
2. 两种方法测定汞双黄线的波长差；

二、分析与讨论（*可选）

三、收获与感想（*可选）

实验三十一 光栅特性及测定光波波长（自主学习实验）

重点学习内容和自主学习报告要求

一、重点学习：

1. 光栅的主要特性；
2. 分光计的调节和使用；
3. 利用光栅衍射测定光栅特性和光波波长。

二、阅读该实验的教材内容，提交回答以下问题的自主学习报告：

1. 什么是光栅的衍射光谱？光栅的衍射光谱有什么特点？
2. 角色散率和色分辨本领是用来描述衍射光栅的基本特性两个重要参数，给出二者各自的定义和计算公式，并指出二者的区别是什么。
3. 本实验利用分光计测量光栅衍射，在测量之前需要对光栅做哪些调节，如何调节？

实测和思考（选做）

一、实验测量与数据处理

1. 利用汞灯绿线（546.07nm）测量光栅周期及空间频率，并计算其不确定度。
2. 测定汞灯双黄线波长及角色散率，并计算他们的不确定度。
3. 测定刚好能分辨钠灯双黄线时光栅的色分辨本领。

二、分析与讨论

教材 P371 思考题 1-6

三、收获与感想（*可选）